SNI

SNI 15-0037-1987

Standar Nasional Indonesia

Botol gelas untuk minuman

ICS 55.100

Badan Standardisasi Nasional

DAFTAR ISI

Halaman

MUTU DAN CARA UJI
BOTOL GELAS UNTUK MINUMAN

1. RUANG LINGKUP

Standar ini meliputi penggolongan, syarat mutu (yang terdiri dari : cacat-cacat tampak, dimensi, toleransi isi, tebal gelas minimum, tegangan dalam, kejutan suhu, tekanan dalam), cara pengambilan contoh dan cara uji botol gelas untuk-minuman.

2. DEFINISI.

Botol gelas untuk minuman adalah wadah dibuat dari gelas yang digunakan untuk menyimpan dan memperdagangkan minuman baik minuman yang mengandung gas asam arang maupun tidak.

3. PENGGOLONGAN

Penggolongan botol gelas untuk minuman terdiri dari 2 (dua) jenis menurut penggunaannya

3.1 Jenis I:

Adalah botol gelas yang dipergunakan untuk minuman yang bertekanan lebih besar atau sama dengan 1,4 kg/cm^2 setelah diproses.

3.2 Jenis II :

Adalah botol gelas yang dipergunakan untuk minuman yang dapat menghasilkan tekanan dari dalam kurang dari 1,4 kg/cm^2 , setelah diproses.

4. SYARAT PENANDAAN

Botol yang diproduksi harus diberi tanda pengenal (initial) dari produsennya.

5. CARA PENGEMASAN

Jika botol diperdagangkan dalam kemasan tertutup, maka kemasan harus diberi tanda-tanda yang jelas sehingga dikenal produsennya, jenis dan jumlah botol yang dikemas.

6. CARA PENYIMPANAN

Cara penyimpanan hendaknya dilakukan sedemikian hingga mudah dapat dilakukan pengambilan contoh.

7. SYARAT MUTU

Botol gelas untuk minuman harus memenuhi syarat-syarat yang disebut dalam 7.1 sampai dengan 7.6.

7.1 Cacat-cacat tampak

7.1.1 Cacat kritis
Adalah cacat botol gelas yang membahayakan pemakai.

7.1.2 Cacat fungsionil
Adalah cacat botol gelas yang mengakibatkan kegagalan dalam pengemasan minuman.

7.1.3 Cacat rupa
Adalah cacat botol gelas yang tidak mengakibatkan kegagalan dalam pengemasan minuman walaupun tampak kurang baik.

Contoh cacat-cacat tempak diperinci lebih lanjut dalam lampiran standar ini. Pemesan dan produsen dapat menetapkan daftar dan klasifikasi cacat-cacat.

Tingkat mutu lulus cacat-cacat tampak adalah sebagai berikut :

Tabel I
Tingkat mutu lulus cacat-cacat tampak

Cacat-cacat	Tingkat mutu lulus	
	Botol Jenis I	Botol Jenis II
1. Cacat kritis	0,065	0,065
2. Cacat fungsionil	1	1
3. Cacat rupa	4	6,5

7.2 Dimensi

Kesalahan ukuran adalah kesalahan dimensi yang terjadi pada botol gelas minuman yang menyebabkan kegagalan dalam pemakaian yaitu :

7.2.1 Kesalahan tinggi

7.2.2 Kesalahan badan

7.2.3 Penyimpangan konsentrisitas

7.2.4 Kesalahan isi.

Kesalahan-kesalahan ukuran tidak boleh melebihi toleransi yang tertera dalam Tabel II di bawah ini.

Tabel II a
Toleransi tinggi

Tinggi (mm)	Toleransi (mm)
dibawah 108,0	0,8
108,0 sampai 215,9	1,2
215,9 sampai 304,8	1,6
304,8 sampai 381,0	2,0
381,0 sampai 508,0	2,4
508,0 ke atas	3,2

Tabel IIb
Toleransi diameter badan

Diameter badan (mm)			Toleransi (mm)
dibawah		25,4	0,6
25,4	sampai	57,2	0,8
57,2	sampai	76,2	1,2
76,2	sampai	114,3	1,6
114,3	sampai	146,0	2,0
146,0	sampai	171,5	2,4
171,5	sampai	196,9	2,8
196,6	ke atas		3,2

Tabel IIc
Penyimpangan konsentrisitas

Jenis mulut	Penyimpangan maksimum
a. Botol dengan mulut sempit	0,8% dari tinggi
b. Botol dengan mulut sedang	1% dari tinggi
c. Botol dengan mulut lebar	1,3% dari tinggi

Catatan :

Botol minuman biasanya tergolong pada b.
Tingkat mutu lulus = 1.

Toleransi isi
Isi botol gelas untuk minuman harus memenuhi syarat toleransi isi dalam Tabel III di bawah ini.

Tabel III
Toleransi isi

Ukuran isi (ml)			Toleransi (ml)
Di bawah		3,6	0,28
3,6	sampai	14,2	0,44
14,2	sampai	28,4	0,90
28,4	sampai	56,8	1,3
56,8	sampai	92,3	1,8
92,3	sampai	120,8	2,2
120,8	sampai	142,1	2,7
142,1	sampai	170,5	3,1
170,5	sampai	227,3	3,6
227,3	sampai	284,1	4,4
284,1	sampai	340,9	5,3
340,9	sampai	454,6	6,2
454,6	sampai	568,2	7,1
568,2	sampai	824,0	8,9
824,0	sampai	1.051,3	10,7
1.051,3	sampai	1.307,0	12,4
1.307,0	sampai	1.619,5	14,2
1.619,5	sampai	2.130,9	17,8
2.130,9	sampai	2.699,2	21,3
2.699,2	sampai	3.267,4	24,9
3.267,4	sampai	3.977,7	28,4
3.977,7	sampai	4.688,0	42,6
4.688,0	sampai	5.455,1	56,8
5.455,1	sampai	7.273,5	85,2
7.273,5	sampai	13.638,0	113,6
13.638,0	sampai	22.730,0	170,5
22.730,0	ke atas		227,3

Catatan :

Tingkat mutu lulus = 1.

7.3 Tebal gelas minimum

Botol harus memenuhi syarat tebal gelas minimum seperti di bawah ini:

Tabel IVa
Tebal gelas minimum jenis I

Penggunaan	Pemakaian	Isi (ml)	Uraian	Tebal gelas minimum (mm)	Tebal dasar minimum (mm)
Minuman tak beralkohol dan bergas asam arang	dipakai satu kali	$\leqslant$ 500	dinding yang lurus	1,3	3,2
			lengkungan tumit pundak	1,4	
		> 500	dinding yang lurus	1,3	3,8
			lengkungan tumit dan pundak	1,4	
			pundak	1,3	
	dipakai ulang	$\leqslant$ 500		2,3	4,7
		> 500		2,3	6,4
Bir	dipakai satu kali	$\leqslant$ 500	dinding yang lurus	1	2,3
			lengkungan-lengkungan tumit dan pundak	1,1	
			pundak	1	
		> 500	tumit dan pundak	1,4	3,8
			Bagian bergelombang, (settle wave area) bila ada	1,3	
	dipakai ulang	< 500		1,5	3,2
		> 500		2,0	3,8
Anggur	dipakai sekali atau dipakai ulang	semua ukuran	dinding sisi	1,6	5,0

Tabel IVb
Tebal gelas minimum jenis II

Isi (ml)	Bentuk penampang melintang	Tebal gelas minimum (mm)	Tebal dasar minimum (mm)
Sampai 28	bulat, lonjong	0,9	1,7
	persegi, persegi panjang: untuk dinding, panel	0,9	
	untuk sudut-sudut	1	
28 – 100	bulat, lonjong	0,9	1.7
	persegi, persegi panjang: untuk dinding, panel	1	
	untuk sudut-sudut	1,1	
100 sampai 230	bulat, lonjong	1,0	1,7
	persegi,persegi panjang	1,1	
230 – 500	bulat, lonjong	1,1	1,7
	persegi,ppersegi panjang		
500 – 1125	bulat, lonjong	1,3	1,7
	persegi, persegi panjang.		
1125 ke atas	bulat, lonjong	1,5	3,2
	persegi, persegi panjang		

Tingkat mutu lulus = 1.

7.4 Tegangan dalam

Pengujian tegangan dalam dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan optimum dengan mengukur besarnya tegangan dalam pada botol gelas tersebut, syarat tegangan dalam yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut :

7.4.1 Pengujian annealing dilakukan dengan :

7.4.1.1 Menggunakan Polariskop dengan standar referensi atau

7.4.1.2 Pengukuran dengan Polarimeter.

Tabel V
Syarat tegangan annealing

Jenis I	Jenis II
Maksimum temperatur 4 atau lebih kecil dari pada 29,9 derajat rotasi	Maksimum temperatur 5 atau lebih kecil dari pada 37,4 derajad rotasi.

7.4.2 Pengujian tegangan cord menggunakan mikroskop polarisasi dan kompensator. Syarat tegangan cord, untuk jenis I dan jenis II tidak boleh lebih besar dari pada 114 nm per Cm tebal gelas (lihat referensi dalam Lampiran).

7.5 Kejutan suhu

Botol harus diuji ketahanannya terhadap kejutan suhu. Syarat perbedaan suhu baik untuk jenis I maupun jenis II adalah 42 skala ^{o}C, di mana suhu yang rendah adalah 21^{o}C.

7.6 Tekanan dalam

Botol gelas untuk minuman yang bertekanan harus diuji ketahanannya terhadap tekanan hydrostatis dari dalam. Syarat tekanan yang harus mampu ditahan adalah sebagai berikut :

Tabel VI
Syarat tekanan minimum

Penggunaan	Dipakai sekali (Kg/cm^2)	Dipakai ulang (Kg/cm^2)
Minuman tak beralkohol dan bergas asam arang	12,24	15,81
Bir	12,24	14,00
Anggur	12,24	14,00

8. CARA PENGAMBILAN CONTOH

8.1 Cara pengambilan contoh ini digunakan dan berlaku untuk pengujian-pengujian mutu tersebut dalam 4.1 sampai dengan 4.7.

8.2 Pengambilan contoh untuk pengujian-pengujian harus dilakukan secara acak yang merata dari jumlah kelompok barang yang dinilai.

8.3 Untuk pengujian tegangan yang dipengaruhi oleh annealing dan cord, maka contoh harus diambil dari kelompok.

8.4 Pengambilan contoh untuk tingkat mutu lulus yang masing-masing telah ditetapkan dalam bab 4 harus memenuhi jumlah yang ditetapkan dalam Tabel VII untuk pengambilan contoh cara tunggal dan Tabel VIII untuk pengambilan contoh cara ganda, sekaligus dengan batas-batas lulus/ditolak untuk masing-masing tingkat mutu lulus.

Tabel VII
Pengambilan Contoh Cara Tunggal

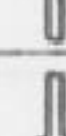
Jumlah botol dalam kelompok yang di nilai	Contoh yang diambil	Tingkat mutu lulus dan batas-batas lulus/ditolak								Keterangan
		0,065		1		4		6,5		
		lulus	ditolak	lulus	ditolak	lulus	ditolak	lulus	ditolak	
2 s/d 8	2							0	1	pergunakan angka lulus/ditolak yang pertama dibawah anak panah
9 s/d 15	3					0	1			
16 s/d 25	5									
26 s/d 50	8							1	2	
51 s/d 90	13			0	1	1	2	2	3	
91 s/d 150	20					2	3	3	4	
151 s/d 280	32					3	4	5	6	pergunakan angka lulus/ditolak yang pertama diba-wah anak panah.
281 s/d 500	50			1	2	5	6	7	8	
501 s/d 1.200	80			2	3	7	8	10	11	
1.201 s/d 3.200	125			3	4	10	11	14	15	
3.201 s/d 10.000	200		1	5	6	14	15	21	22	
10.001 s/d 35.000	315			7	8	21	22			
35.001 s/d 150.000	500			10	11					lulus = diterima ditolak = tidak diterima.
150.001 s/d 500.000	800	1	2	14	15					
500.001 s/d keatas	1.250	2	3	21	22					

8.5 Untuk menguji tebal gelas minimum tidak perlu contoh khusus, karena ini dilakukan sekaligus bersama pengujian cacat rupa.

9. CARA UJI

9.1 Cara Uji tegangan dalam

9.1.1 Cara A

Pembandingan dengan Standar Referensi yang menggunakan polariskop.

9.1.1.1 Peralatan

– Polariskop harus mempunyai ketentuan sebagai berikut :
Kecemerlangan cahaya (brightness) haruslah paling sedikit 308 cd/m^2 pada titik di mana barang gelas itu ditempatkan untuk pengujian dan paling sedikit 171 cd/m^2 pada tepi cahaya yang terlihat oleh elemen polarisasi dan elemen pelindung dalam posisi operasi.

– Derajat polarisasi pada semua titik pada medan cahaya tidak boleh kurang dari 99%. Berkas cahaya haruslah mempunyai ukuran yang cukup, sehingga memungkinkan pengujian wadah gelas setinggi 25 cm (10 in).

– Sebuah tint plate yang peka dan telah distandardisir yang dapat memberikan retardasi optik sebesar 565 nm.

9.1.1.2 Referensi Standar

Tidak kurang dari 5 piringan gelas standar yang *internal strainnya* diketahui mesti dipergunakan sebagai pembanding untuk mengetahui tingkat annealing dari pada botol gelas yang diuji. Piringan seperti itu haruslah berdiameter tidak kurang dari 76 mm (3 in) dan tidak lebih dari 102 mm (4 in). Setiap piringan harus mempunyai "residual strain" nominal 6 mm (¼ in) dari tepinya sampai tidak kurang dari 21,8 nm atau tidak lebih dari 23,8 mm retardasi optik. Dalam menstandardisir piringan-piringan tersebut untuk pengukuran atau kalibrasi, maka kesalahan tidak boleh melebihi 0,7 nm.

Tabel VIII
Pengambilan Contoh Cara Ganda

Jumlah botol dalam kelompok yang dinilai	Contoh yang diambil		Jumlah contoh komulatip	Tingkat mutu lulus dan batas-batas lulus/ditoloak								Keterangan
				0.065		1		4		6,5		
				lulus	ditolak	lulus	ditolak	lulus	ditolak	lulus	ditolak	
2 s/d 8	I	2	2	↓		↓		+	+	↑		pergunakan angka lulus/ditolak yang pertama di bawah anak panah
	II	2	4									
9 s/d 15	I	3	3					↑		↓		
	II	3	6									
16 s/d 25	I	5	5					↓		0	2	
	II	5	10							1	2	
26 s/d 50	I	8	8					0	2	0	3	
	II	8	16			+	+	1	2	3	4	pergunakan angka lulus/ditolak yang pertama di atas arah panah.
51 s/d 90	I	13	13			↑		0	3	1	4	
	II	13	26					3	4	4	6	
91 s/d 150	I	20	20			↓		1	4	2	5	
	II	20	40					4	5	6	7	
151 s/d 280	I	32	32			0	2	2	5	3	7	
	II	32	64			1	2	6	7	8	9	
281 s/d 500	I	50	50			0	3	3	7	5	9	I. Contoh pertama
	II	50	100			3	4	8	9	12	13	II. Contoh kedua.
501 s/d 1.200	I	80	80			1	4	5	9	7	11	lulus = diterima
	II	80	160			4	5	12	13	18	19	
1.201 s/d 3 200	I	125	125	+	+	2	5	7	11	11	16	ditolak = tidak diterima
	II	125	250			6	7	18	19	26	27	
3.201 s/d 10.000	I	200	200	↑		3	7	11	16	↑		+ pergunakan pengambilan contoh cara tunggal
	II	200	400			8	9	26	27			
10.001 s/d 35.000	I	315	315	↓		5	9	↑				
	II	315	630			12	13					
35.001 s/d 150.000	I	500	500	0	2	7	11					
	II	500	1000	1	2	18	19					
150.001 s/d 500.000	I	800	800	0	3	11	16					
	II	800	1600	3	4	26	27					
500.001 s/d keatas	I	1250	1250	1	4	↑						
	II	1250	2500	4	5							

9.1.1.3 Prosedur

9.1.1.3.1 Pengujian dasar wadah gelas yang berbentuk silinder. Lihatlah dasar wadah gelas melalui lehernya. Bandingkan warna (broad color pattern) yang maksimum dasar wadah gelas dengan warna maksimum dari berbagai piringan standar yang ditempatkan bersusun satu dengan lainnya untuk menentukan apakah jumlah maksimum dari warna pada dasar *kurang* dari pada satu piringan, kurang dari pada 2 piringan; lebih besar dari satu piringan, lebih dari dua piringan dan seterusnya. Jarang-jarang didapatkan pembandingan yang tepat dari warna wadah dengan menggunakan standar piringan tersebut. Catatlah nomor temper dari wadah yang berhubungan dengan aturan berikut ini.

Aturan :

-- Bila warna lebih besar dari pada warna N piringan standar tapi kurang dari N + 1; jika tingkatnya ialah N + 1 yaitu sesuai dengan nomor jumlah piringan yang lebih besar sebagai contoh berikut :

Nomor temper	Setara dengan jumlah piringan +
1.	kurang dari 1 disk (piringan)
2.	kurang dari 2, lebih besar dari 1 disk
3.	kurang dari 3, lebih besar dari 2 disk
4.	kurang dari 4, lebih besar dari 3 disk
5.	kurang dari 5, lebih besar dari 4 disk
6.	kurang dari 6, lebih besar dari 5 disk
7	++

\+ Setiap piringan mempunyai optical retardasi kira-kira 22,8 nm pada titik kalibrasi 12 mm (½ in) dari pinggirnya. Dalam praktek, setiap piringan mempunyai maksimum retardasi efektif kira-kira 23,7 nm di dekat pinggirnya.

++ Evaluasi dengan polarimeter (Cara B) biasanya dipakai bagi temper yang lebih besar dari pada nomor 6.

9.1.1.3.2 Pengujian untuk bentuk-bentuk persegi, lonjong dan bentuk yang tak beraturan

Lakukanlah pengujian polariskop pada lengkung (curve) atau sudut yang menunjukkan warna terbanyak dan catatlah nomor temper sesuai dengan aturan yang telah diuraikan dalam 9.1.1.3.1 di atas.

9.1.1.3.3 Pengujian dinding sisi. Bandingkan warna maksimum pada setiap bagian dari dinding sisi dengan warna maksimum pada setiap bagian dari piringan dan catatlah nomor temper menurut aturan yang diberikan dalam 9.1.1.3.1 di atas.

9.1.1.3.4 Pengujian barang-barang gelas berwarna

Menggunakan polariskop dengan tint plate dilepas lalu lihatlah dasar wadah gelas lewat lehernya dan pilihlah suatu bagian yang paling gelap

(biasanya terdapat pada pusat dasar). Kemudian dengan tint plate di pasang di tempatnya, tempatkan piringan standar di bawah dasar wadah gelas sehingga bagian pinggir piringan yang menunjukkan warna maksimum ada di bawah bagian yang dipilih tadi. Bandingkanlah warna bagian yang dipilih tadi yang telah berubah oleh adanya piringan dengan warna maksimum yang terdapat pada pinggir dasar. Putarlah wadah itu guna menemukan titik yang mempunyai warna maksimum. Jika warna ini lebih besar dari pada perubahan warna yang terdapat pada bagian yang dipilih, gunakanlah dua piringan atau lebih dan tetapkan tingkat annealing menurut aturan pada 9.1.1.3.1 di atas.

9.1.1.4 Laporan

Laporan harus menyebut nomor temper yang diperoleh dari setiap wadah.

9.1.2 Cara B

Menemukan Temper dengan menggunakan sebuah Polarimeter.

9.1.2.1 Peralatan

Polarimeter haruslah mempunyai ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

9.1.2.1.1 Kecemerlangan cahaya paling sedikit 308 cd/m^2 pada tepi berkas, sebagaimana terlihat oleh elemen polarisasi dan elemen pelindung pada saat operasi.

9.1.2.1.2 Derajad polarisasi cahaya di semua titik tidak boleh kurang dari 99,0%.

9.1.2.1.3 Berkas cahaya haruslah berukuran cukup untuk memungkinkan pengujian wadah gelas setinggi 25 cm (10 in).

9.1.2.1.4 Sumber cahaya haruslah dari bolah lampu pijar 75 atau 100 W yang disusun sedemikian rupa sehingga memenuhi syarat kecemerlangan cahaya yang diperlukan seperti tercantum dalam 9.1.2.1.1.

9.1.2.1.5 Sebuah piringan seperempat gelombang dengan retardasi optik sebesar 141 nm dipasang di antara polarisator dan analysator dengan sumbu lambatnya pada 90° pada bidang polarisasi dari polarizer.

9.1.2.1.6 Analysator harus dipasang sedemikian sehingga dapat diputar terhadap polarisator dan piringan seperempat gelombang (quarterwave plate) dan sudut rotasi yang di tempatkan.

9.1.2.2 Prosedur

9.1.2.2.1 Pengujian dasar wadah gelas berbentuk silinder.

Mula-mula putarlah alat analisator (analyzer) sehingga mempunyai bidang polarisasi yang tegak lurus pada polarisator. Ini adalah posisi nol dan medan akan menjadi hitam. Masukkanlah wadah dan lihatlah dasarnya lewat lehernya. Sebuah silang hitam akan timbul dalam medan diantaranya bidang-bidang yang akan memperlihatkan warna pada pelat warna polariskop. Pada wadah gelas dengan nomor temper rendah, silang ini akan kelihatan kabur dan tidak jelas. Memutar analisator menyebabkan silang hitam itu terpisah dalam dua busur lingkaran yang selanjutnya ke arah yang saling berlawanan menuju kaki wadah. Bila bidang-bidang hitam ini bergerak ke arah luar, maka terjadilah warna biru abu-abu pada sisi cekung dan warna coklat pada sisi cembung. Ketika mengukur bias ganda (birefringence) pada suatu titik pilihan dalam wadah, putarlah alat analisator sampai warna biru abu-abu tepat mulai digantikan oleh

warna coklat pada titik pilihan itu. Putarlah wadah pada sumbunya sendiri untuk menentukan apakah Daerah Birefringence maximum telah ditemukan. Bila tidak, putarlah analisator lebih lanjut sampai warna biru abu-abu digantikan oleh warna coklat di daerah bias ganda *(birefringence)* yang maksimum. Gantilah sudut rotasi analisator kepada nomor temper sebagai berikut :

Nomor temper	Derajat Rotasi Analisator +
1.	0,0 sampai 7,4
2.	7,5 sampai 14,9
3.	15,0 sampai 22,4
4.	22,0 sampai 29,4
5.	30,0 sampai 37,4
6.	37,5 sampai 44,9
7.	45,0 sampai 52,4
8.	52,5 sampai 59,9
9.	60,0 sampai 67,4
10.	67,5 sampai 74,9

\+ Satu derajad rotasi analisator sama nilainya dengan kira-kira 3.14 nm retardasi optik, bila memakai sinar putih seperti terperinci diatas (panjang gelombang effektif kira-kira 565 nm). Jadi nilai setara (ekivalen) diambil pada 7,5 derajad rotasi per piringan sebagaimana digunakan dalam Cara A.

9.1.2.2.2 Pengujian untuk bentuk persegi, lonjong dan bentuk yang tak beraturan. Buatlah pengujian pada curve atau sudut yang memperlihatkan *the most birefringence*, bila diteliti menurut prosedur yang diberikan dalam 9.1.2.2.1.

9.1.2.2.3 Pengujian dinding sisi. Tempatkan wadah gelas dalam polarimeter dengan sumbunya pada sudut 45 derajad terhadap bidang polarisasi. Tidak akan tampak silang hitam, melainkan daerah lebar berposisi gelap-terang dalam wadah. Dalam hal ini putarlah analisator sampai bayang-bayang hitam terus menyatukan diri *(converge on)* dan menggantikan sinar terakhir yang tersisa pada dinding sisi. Mungkin diperlukan juga untuk memutar wadah sekitar sumbunya sendiri untuk menetapkan daerah bias ganda maksimum. Ubahlah derajad rotasi analisator pada nomor temper menurut daftar dalam 9.1.2.2.1.

9.1.2.2.4 Pengujian barang-barang berwarna. Gunakanlah prosedur yang sama seperti halnya pada barang-barang gelas *(flint ware)*. Adalah lebih sulit untuk membedakan titik akhir pada barang-barang berwarna, khususnya warna-warna yang lebih gelap, karena tiadanya ciri-ciri biru dan coklat dan juga karena intensitas cahaya yang rendah.

Pada contoh-contoh yang gelap, indikasi yang paling teliti tentang titik akhir diperoleh dengan cara meratakan rotasi rata-rata yang diperlukan untuk menggantikan daerah terang dengan gelap dan rotasi total yang diperlukan untuk sekedarnya membuat daerah terang muncul kembali.

9.1.2.3 Laporan.

Laporan haruslah mencakup nomor temper atau rotasi analisator yang didapat untuk setiap wadah.

9.2 Pengujian kejutan suhu untuk wadah gelas

9.2.1 Ruang lingkup

Cara pengujian ini adalah untuk menentukan ketahanan nisbi terhadap kejutan suhu wadah-wadah gelas yang diperdagangkan. Ini diterapkan pada semua jenis wadah gelas yang perlu menahan perubahan suhu yang mendadak (kejutan suhu) dalam menggunakannya seperti waktu mencuci, pasteurisasi atau pengisian dalam keadaan panas atau dalam peralihan dari media bersuhu panas kepada yang bersuhu dingin atau sebaliknya.

9.2.2 Alat-alat yang dipakai

9.2.2.1 Peralatan pada azasnya terdiri dari sebuah keranjang untuk tempat botol gelas dalam keadaan berdiri, dua bejana, sebuah berisi air panas dan sebuah lagi berisi air dingin dan stopwatch untuk mengukur waktu membenamkan dan memindahkan keranjang botol dari bejana air panas kepada bejana air dingin.

9.2.2.2 Harus terdapat suatu alat untuk mempertahankan suhu pencelupan dalam plus atau minus 1,1°C dari suhu-suhu tertentu. Begitu pula alat-alat penunjuk yang mengontrol pemanasan air panas dan pendinginan air dingin dianjurkan. Bila tidak termometer dengan penunjuk jarum perlu ditambahkan untuk mengontrol suhu.

9.2.2.3 Kapasitas setiap tanki mestilah paling sedikit 4 liter untuk setiap ½ kg berat gelas yang diuji.

9.2.3 Pengambilan contoh

Cara pengambilan contoh sekumpulan wadah suatu jenis tertentu haruslah sesuai dengan cara pengambilan contoh wadah-wadah gelas yang telah ditentukan dalam standar ini.

9.2.4 Prosedur

9.2.4.1 Pengujian biasa

Suhu-suhu pencelupan haruslah diatur sehingga bejana dingin berada pada 21°C dan bejana panas pada suhu 42 skala °C lebih panas daripada bejana dingin. Keranjang diisi penuh atau sebagian dengan botol-botol kosong dan bila suhu-suhu pencelupan berada dalam plus atau minus 1,1°C, dari yang ditentukan. Benamkanlah keranjang berisi boto-botol ke dalam bejana panas sedemikian rupa sampai botol-botol itu penuh berisi air panas, biarkan selama 5 menit; pindahkan keranjang ke dalam bejana dingin dan benamkan selama 30 detik kemudian dikeluarkan dari bejana dingin. Pembenaman selama 5 menit dalam bejana panas haruslah dikontrol, ± 10 detik dan waktu memindahkan keranjang dari bejana panas ke dingin tidak boleh lebih dari 1 menit, dan tidak kurang dari 15 detik. Selama pengujian, peralatan haruslah terlindung dari pengaruh angin. Jumlah wadah yang pecah ditinjau dengan memeriksa satu per satu. Pengujian ini memadai bagi pengujian rutin terhadap contoh dari produksi kontinu dalam suatu perusahaan.

9.2.4.2 Pengujian progresif (terhadap presentase pecah yang ditetapkan sebelumnya). Untuk tujuan-tujuan riset, di mana dikehendaki melakukan pengujian sebagai pengujian ukuran, maka pengujian yang diuraikan dalam 9.2.4.1 boleh diulangi, perbedaan suhu menjadi bertambah tinggi, secara bertahap, dengan keseragaman penambahan (biasanya 2,5 atau 5,6 skala °C, setiap tahap) dengan meninggikan suhu celupan air panas, sampai presentase pecah yang ditetapkan sebelumnya tercapai.

9.2.4.3 Pengujian progresif (total)

Sebagai alternatif lain terhadap pengujian progresif yang diuraikan dalam 9.2.4.2 maka pengujian progesif boleh dilanjutkan sampai semua wadah tidak lulus.

9.2.4.4 Pengujian tingkat tinggi

Guna tujuan riset, maka suatu pengujian tunggal dengan pra-determinasi perbedaan suhu yang cukup tinggi untuk memecahkan sebagian dari contoh bolehlah dilakukan.

9.2.5 Laporan

Laporan harus mencakup hal-hal yang berikut :

9.2.5.1 Laporan cara pengambilan contoh.

9.2.5.2 Jumlah wadah dari setiap mold (cetakan) yang termasuk dalam contoh.

9.2.5.3 Waktu memindahkan yang digunakan.

9.2.5.4 Hasil pengujian, yang bergantung pada macam pengujian di bawah ini.

9.2.5.4.1 Untuk "pengujian biasa" sesuai 9.2.4.1. Perbedaan suhu yang digunakan, dan jumlah wadah yang tidak lulus dalam pengujian.

9.2.5.4.2 Untuk pengujian progresif sesuai 9.2.4.2. Perbedaan suhu di mana kegagalan pertama terjadi dan jumlah wadah yang tidak lulus pada perbedaan suhu itu dan perbedaan suhu semestinya yang menyebabkan kegagalan pada persentase contoh yang ditetapkan lebih dahulu yang diinterpolasi pada 0,5 skala °C yang terdekat.

9.2.5.4.3 Untuk pengujian progesif sesuai 9.2.4.3.

Perbedaan-perbedaan suhu yang digunakan dalam pengujian dan jumlah wadah yang tidak lulus pada setiap perbedaan suhu dan perbedaan suhu rata-rata dari kegagalan (dperbaiki untuk ukuran penambahan suhu atau dengan menyusutkan setengah dari penambahan itu); misalnya: 1,4 skala °C untuk penambahan 3 skala °C.

9.2.5.4.4 Untuk pengujian tingkat tinggi sesuai dengan 9.2.4.4. Perbedaan yang digunakan dalam ujian dan jumlah wadah yang gagal pada perbedaan itu.

9.3 Pengujian tekanan dalam untuk wadah gelas

Pengujian ini meliputi tata cara untuk menentukan kekuatan pecah wadah gelas bermulut sedang yang dipergunakan untuk wadah minuman dan sejenisnya yang dapat menghasilkan tekanan dalam lebih besar atau sama dengan 1,4 kg/cm^2 setelah diproses.

9.3.1 Alat-alat

Alat penguji tekanan dalam sebaiknya mempunyai kemampuan yang memenuhi ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

9.3.1.1 Botol gelas yang diuji dipegang sedemikian rupa hingga tidak dalam keadaan terjepit tetapi ditumpu pada pangkal kepala botol.

9.3.1.2 Harus terdapat bagian penyumbat tekanan yang dapat menahan media yang dipakai untuk pengujian tekanan dalam selama pengujian berlangsung.

9.3.1.3 Harus ada kelengkapan yang dapat memberikan tekanan cairan sampai batas minimum yang telah ditentukan lebih dahulu yaitu 7 kg/mm^2 per menit dan mampu pula bertahan tetap selama pengujian berlangsung.

9.3.1.4 Mempunyai sebuah alat pengukur waktu, seyogyanya bekerja otomatis, sedemikian sehingga botol dipengaruhi oleh tekanan dalam yang merata selama waktu pengujian yang ditetapkan yaitu tidak lebih dari 1 menit.

9.3.2 Cara Uji

9.3.2.1 Wadah/botol gelas diisi dengan air atau cairan lain yang mempunyai density rendah.

9.3.2.2 Pengujian lulus (routine)

Pengujian tekanan dalam harus dilakukan dan bertahan tetap selama waktu pengujian. Pengujian ini memberikan tekanan 1½ x tekanan sebenarnya yang terjadi pada wadah.

9.3.2.3 Pengujian progresif

Pengujian ini dilakukan terhadap presentase pecah tertentu untuk tujuan penelitian, di mana perlu dilakukan pengujian sebagai ujian ukuran. Pengujian disebut dalam 9.3.2.2 boleh diulang atau diteruskan yaitu dengan menaikkan tekanan secara bertahap dengan kenaikkan tekanan yang rata biasanya 1,75 kg/cm^2 atau 3,5 kg/cm^2 sedemikian hingga presentase tertentu (ditentukan sebelumnya) dari botol tersebut pecah.

9.3.2.4 Pengujian progresif total

Sebagai alternatip, dalam pengujian ini tata cara tersebut pada 9.3.2.3 dapat diteruskan sehingga semua botol pecah.

9.3.2.5 Pengujian tingkat tinggi

Untuk maksud penelitian pada pengujian ini sebelumnya harus ditetapkan besarnya tekanan yang cukup tinggi untuk memecahkan sebagian dari contoh.

9.3.3 Laporan

9.3.3.1 Berapa jumlah botol dari masing-masing cetakan yang terdapat dalam contoh.

9.3.3.2 Waktu pengujian.

9.3.3.3 Maksud pengujian

9.3.3.3.1 Untuk pengujian lulus (routine).
- Tekanan yang dipergunakan
- Jumlah botol yang pecah dalam pengujian.

9.3.3.3.2 Untuk pengujian progresif
- tekanan pada mana terjadi pecah pertama
- tekanan yang diperlukan untuk memecahkan persentase botol tertentu, diinterpolasi terhadap 0,35 kg/cm^2 yang terdekat.

9.3.3.3.3 Untuk pengujian progresif total
- tekanan yang dipergunakan
- jumlah botol yang pecah (gagal) pada masing-masing tekanan
- tekanan pecah rata-rata (dengan koreksi) untuk besarnya kenaikan tekanan, dikurangi ½ x kenaikan tekanan. Misalnya: 0,865 kg/cm^2 untuk kenaikan 1,75 kg/cm^2.

9.3.3.3.4 Untuk pengujian tingkat tinggi
- tekanan yang dipergunakan
- jumlah botol yang pecah pada tekanan tersebut.

10. SYARAT LULUS UJI

"Tingkat Mutu Lulus" *(Acceptable Quality Level)* adalah presentase maksimum cacat-cacat botol yang ditemukan dalam pengujian contoh, yang dianggap cukup sebagai rata-rata proses untuk meluluskan kelompok barang yang dinilai, yang telah diwakili oleh jumlah contoh yang diuji.

11. LAMPIRAN

I. CONTOH CACAT-CACAT TAMPAK

A. Cacat Kritis

1) Kelebihan gelas tajam yang menonjol ke atas pada mulut *(over-press)*.
2) Sebentuk gelas yang melintang di dalam botol birdswing.
3) Lapisan gelas tipis di sekeliling dinding dekat dasar botol, yang merupakan dasar semu *(false bottom)*.
4) Sebentuk gelas (paku gelas) yang menonjol keluar di bagian dalam alas botol.
5) Kelebihan gelas yang runcing yang menonjol keluar pada sambungan mould *(fused glass)*.

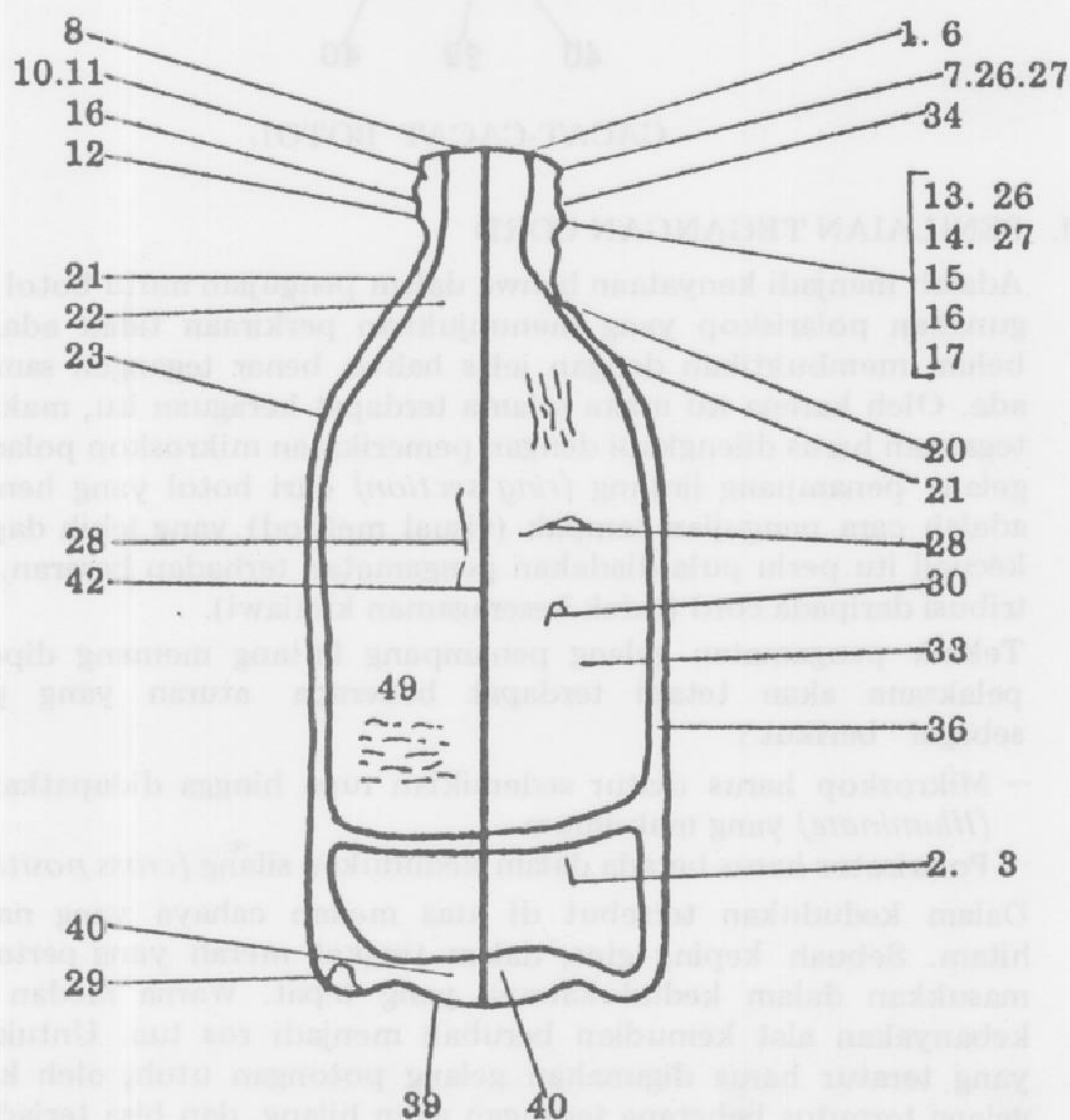
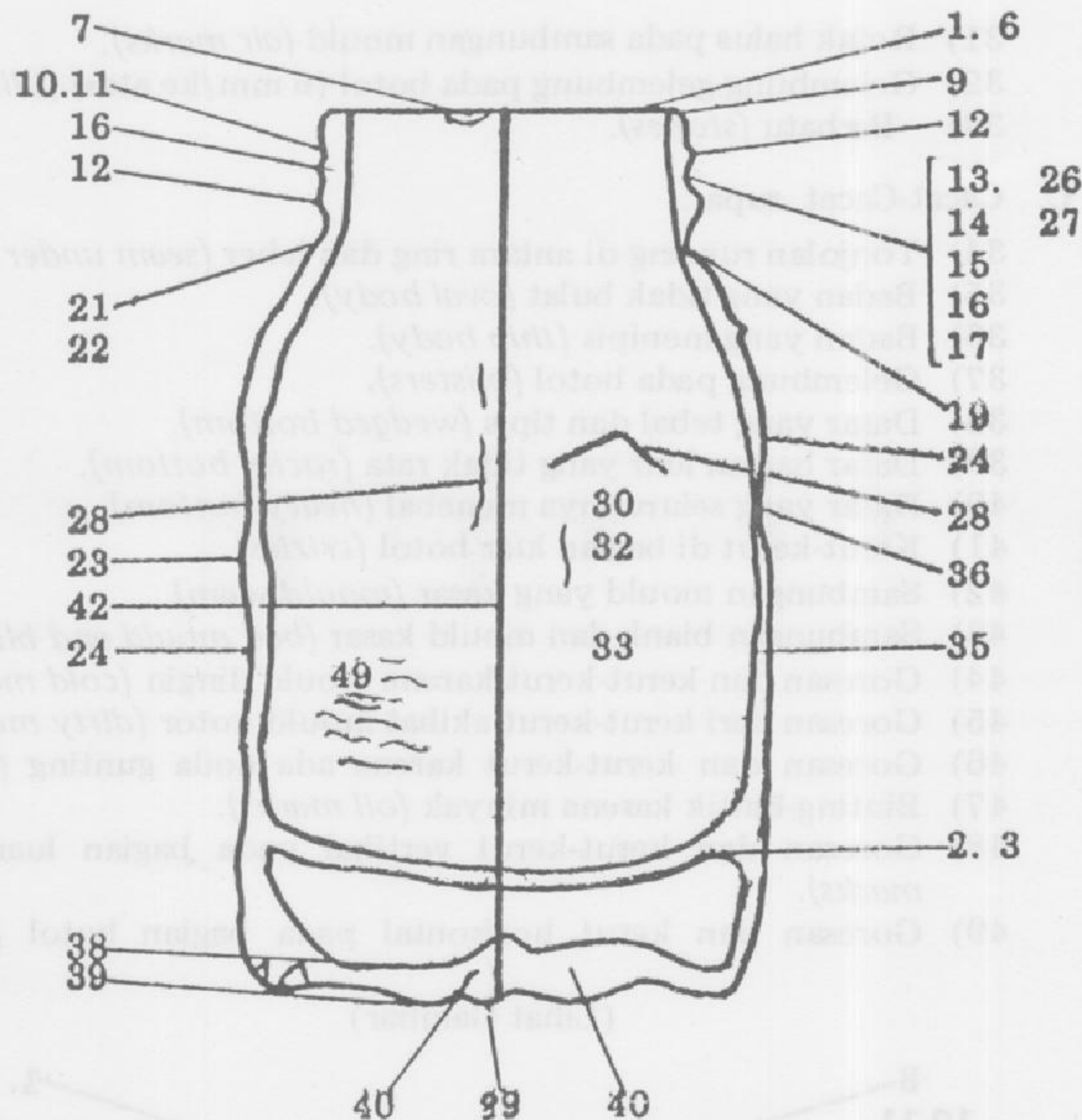
B. Cacat fungsionil

6) Kelebihan gelas yang tidak runcing menonjol ke atas di mulut ring *(over-press)*.
7) Ring yang bibirnya bergelombang atau tidak rata *(wavy finish)*.
8) Ring miring atau bengkok *(sloping finish)*.
9) Noda bekas gunting pada bibir *(shear marks on finish)*.
10) Ring yang retak pada bibir atau sisinya *(chipped ring)*.
11) Ring yang retak atau belah pada bibir dari bawah ke atas *(split ring)*.
12) Ring yang terjadi pada sambungan mouldnya dan tergeser ke atas, bawah atau samping *(offset ring)*.
13) Bentuk ring yang rusak atau tidak sempurna *(bad ring)*.
14) Ring yang bersisik dan berbintik-bintik *(dirty ring)*.
15) Ring yang tak bulat *(oval ring)*.
16) Ring kembang atau kempis ataupun tertekan dan salah bentuk *(bulged ring)*.
17) Ring yang menyempit di bagian dalam *(sticky plunger)*.
18) Ring yang pada sambungan mouldnya menonjol runcing pada bibir dan sisinya *(bad ring seam)*.
19) Leher yang menyempit atau sebagian gelas yang terdapat dalam leher bagian dalam *(shocked neck)*
20) Leher bengkok *(bent neck)*
21) Leher yang mengecil bagian luarnya *(pinched neck)*
22) Leher yang berongga di bagian dalam *(hollow neck)*.
23) Dinding botol yang mengempis ke dalam *(sunk in)*.
24) Dinding yang mengembang ke luar *(blown out)*.
25) Botol yang miring pada dasarnya *(out of shape)*.
26) Retak-retak pada ring *(cracks on ring)*.
27) Retak di bawah *(cracks under ring)*.
28) Retak pada badan *(cracks on body)*.
29) Retak pada dasar *(cracks on bottom)*.
30) Gumpilan pada bagian luar *(checks)*.

31) Retak halus pada sambungan mould *(air marks)*.
32) Gelembung-gelembung pada botol (6 mm/ke atas) *(blisters)*.
33) Berbatu *(stones)*.

C. Cacat-Cacat rupa :

34) Tonjolan runcing di antara ring dan leher *(seam under ring)*.
35) Badan yang tidak bulat *(oval body)*.
36) Badan yang menipis *(thin body)*.
37) Gelembung pada botol *(blisters)*.
38) Dasar yang tebal dan tipis *(wedged bottom)*.
39) Dasar bagian luar yang tidak rata *(rocky bottom)*.
40) Dasar yang seluruhnya menebal *(heavy bottom)*.
41) Kerut-kerut di bagian luar botol *(crizles)*.
42) Sambungan mould yang kasar *(mould seam)*
43) Sambungan blank dan mould kasar *(bad mould and blank seam)*
44) Goresan dan kerut-kerut karena mould dingin *(cold mould)*.
45) Goresan dari kerut-kerut akibat mould kotor *(dirty mould)*.
46) Goresan dan kerut-kerut karena ada noda gunting *(shear marks)*.
47) Binting-bintik karena minyak *(oil marks)*.
48) Goresan dan kerut-kerut vertikal pada bagian luar botol *(drag marks)*.
49) Goresan dan kerut horisontal pada bagian botol *(wash board)*.

(Lihat Gambar)

CACAT-CACAT BOTOL

II. PENILAIAN TEGANGAN CORD

Adalah menjadi kenyataan bahwa dalam pengujian mutu botol dengan menggunakan polariskop yang menunjukkan perkiraan tidak adanya tegangan, belum membuktikan dengan jelas bahwa benar tegangan sama sekali tidak ada. Oleh karena itu maka selama terdapat keraguan itu, maka pengamatan tegangan harus dilengkapi dengan pemeriksaan mikroskop polarisasi terhadap gelang penampang lintang *(ring section)* dari botol yang hendak diuji. Ini adalah cara pengujian tampak (visual method) yang lebih dapat dipercaya, kecuali itu perlu pula diadakan pengamatan terhadap besaran, arah dan distribusi daripada cord (tidak keseragaman kimiawi).

Teknik pengamatan gelang penampang lintang memang dipengaruhi oleh pelaksana akan tetapi terdapat beberapa aturan yang perlu diikuti sebagai berikut :

- Mikroskop harus diatur sedemikian rupa hingga didapatkan penerangan *(Illuminate)* yang maksimum.
- Polarisator harus berada dalam kedudukan silang *(cross position)*.

Dalam kedudukan tersebut di atas medan cahaya yang nampak adalah hitam. Sebuah keping gips, dalam tingkat merah yang pertama, harus dimasukkan dalam kedudukannya yang tepat. Warna medan cahaya pada kebanyakan alat kemudian berubah menjadi ros tua. Untuk pengamatan yang teratur harus digunakan gelang potongan utuh, oleh karena apabila gelang terputus beberapa tegangan akan hilang, dan bisa terjadi bagian yang cacat (bertegangan) dalam gelang tidak tercakup.

Alat-alat yang dipergunakan :
Mikroskop polarisasi yang dipergunakan harus mempunyai perlengkapan alat-alat dan kemampuan sebagai berikut :

1) penyinaran dari sumber cahaya sendiri *(build in).*
2) pembesaran *(magnification)* yang rendah sekitar 30 x
3) memiliki polarisator yang terpasang lebih bawah, analisator, alat kelengkapan untuk "Berek" compensator dan keping retardasi panjang gelombang yang peka *(tin plate).*
4) meja objek yang dapat berputar.
5) sebaiknya menggunakan binoculer bila dipergunakan untuk pengujian yang terus menerus, tetapi monokuler cukup bila dipakai untuk pengujian yang sebentar saja pada setiap harinya.

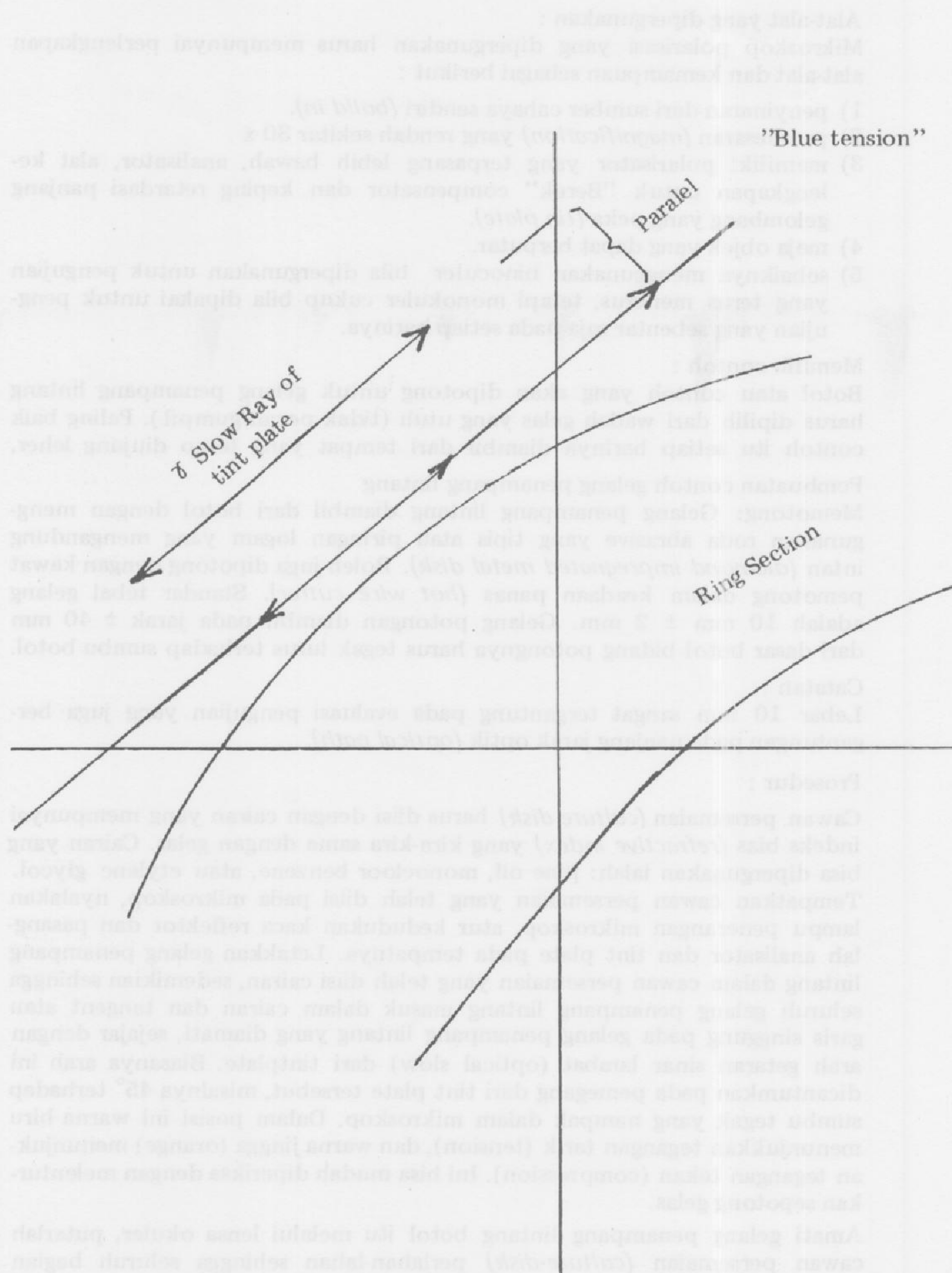
Memilih contoh :
Botol atau contoh yang akan dipotong untuk gelang penampang lintang harus dipilih dari wadah gelas yang utuh (tidak pecah/gumpil). Paling baik contoh itu setiap harinya diambil dari tempat yang tetap diujung leher.

Pembuatan contoh gelang penampang lintang
Memotong: Gelang penampang lintang diambil dari botol dengan menggunakan roda abrasive yang tipis atau piringan logam yang mengandung intan *(diamond impregnated metal disk).* Boleh juga dipotong dengan kawat pemotong dalam keadaan panas *(hot wire cutter).* Standar tebal gelang adalah 10 mm ± 2 mm. Gelang potongan diambil pada jarak ± 40 mm dari dasar botol bidang potongnya harus tegak lurus terhadap sumbu botol.

Catatan :
Lebar 10 mm sangat tergantung pada evaluasi pengujian yang juga bergantungan pada panjang jarak optik *(optical path).*

Prosedur :

Cawan persemaian *(culture disk)* harus diisi dengan cairan yang mempunyai indeks bias *(refractive index)* yang kira-kira sama dengan gelas. Cairan yang bisa dipergunakan ialah: pine oil, monocloor benzene, atau etylene glycol. Tempatkan cawan persemaian yang telah diisi pada mikroskop, nyalakan lampu penerangan mikroskop, atur kedudukan kaca reflektor dan pasanglah analisator dan tint plate pada tempatnya. Letakkan gelang penampang lintang dalam cawan persemaian yang telah diisi cairan, sedemikian sehingga seluruh gelang penampang lintang masuk dalam cairan dan tangent atau garis singgung pada gelang penampang lintang yang diamati, sejajar dengan arah getaran sinar lambat (optical slow) dari tintplate. Biasanya arah ini dicantumkan pada pemegang dari tint plate tersebut, misalnya 45° terhadap sumbu tegak yang nampak dalam mikroskop. Dalam posisi ini warna biru menunjukkan tegangan tarik (tension), dan warna jingga (orange) menunjukan tegangan tekan (compression). Ini bisa mudah diperiksa dengan melenturkan sepotong gelas.

Amati gelang penampang lintang botol itu melalui lensa okuler, putarlah cawan persemaian *(culture-disk)* perlahan-lahan sehingga seluruh bagian gelang penampang lintang itu teramati. Apalagi sisi gelang potongan tidak tegak lurus terhadap medan pengamatan *(stage)* gelang atau piringan harus dimiringkan sedemikian rupa sehingga garis pengamatan tegak lurus pada bidang di mana benda uji diamati. Apalagi gelang penampang lintang itu mengandung tegangan annealing yang tinggi atau sisa-sisa tegangan annealing, ini harus dicatat, dan dihilangkan dengan memotong bagian vertical *(vertical slot)* dari gelang penampang lintang. Tindakan ini tidak akan mempengaruhi tegangan cord.

Gambar 1

Evaluasi cord dan penggolongannya.

A. Pengujian botol dengan polariskop.

Botol yang diamati dengan polariskop mutunya digolongkan sebagai berikut:

Hasil pengamatan	Penggolongan	Tindakan
Tidak nampak cord	TT	Lulus
Hampir tidak nampak cord	HT	Lulus
Mudah tampak cord	MT	Tahan
Cord berat	B	Panggil analis

B. Pengujian gelang panampang lintang botol dengan mikroskop.

Gelang penampang lintang botol diuji dengan polariskop atau mikroskop dan banyaknya gelas yang bertegangan dalam gelang penampang lintang itu dihitung persentasenya.

Di bawah ini adalah Tabel penggolongan dari gelang penampang lintang botol dengan persentase bagian gelas yang bertegangan dalam seluruh gelang penampang lintang.

Besarnya tegangan gelas %	Penggolongan
0 sampai 10	a
10 sampai 25	b
25 sampai 50	c
50 sampai 1000	d

C. Tegangan tarik maksimum pada daerah paling lemah.

Daerah paling lemah adalah daerah di mana tegangan max dari suatu cord yang mencapai permukaan *(tensile casing cord)* atau tegangan dari cord maksimum yang terjadi. Setelah daerah paling lemah ditentukan, besaran intensitas tegangan tarik yang maksimum ditetapkan. Sebuah segi empat digambarkan di daerah paling lemah tersebut dengan dua sisi berhadapan yang sama dengan tebal dari potongan melintang.

Tegangan tarik maksimum pada daerah paling lemah	Penggolongan
0 sampai 10 %	I
10 sampai 25 %	II
25 sampai 50 %	III
50 sampai 100 %	IV

Tegangan cord yang mencapai permukaan *(tensile casing cord)* tidak termasuk dalam penggolongan di atas.
Sedangkan Tabel di bawah ini adalah penggolongan contoh-contoh cord. Penggolongan tegangan sebenarnya yang telah diukur dan jumlah dari tegangan cord pada daerah paling lemah.

Intensitas maksimum tegangan tarik dan jumlah tegangan tarik cord di daerah yang paling lemah		Penggo-longan	Mutu
Tidak tampak cord		A	Sempurna
0 sampai 700 kPa	I s/d IV	A	Tinggi
700 sampai 1400	I, II	A	Tinggi
700 sampai 1400	III, IV	B	Tinggi
1400 sampai 2100	I, II	B	Tinggi
1400 sampai 2100	III, IV	B	Sedang
2100 sampai 2800	I, II	B	Sedang
Cased 0 – 1400 kPa		C	Sedang
2100 sampai 2800	III, IV	C	Sedang
2800 sampai 4100	I, II	C	
Cased 1400 – 2100 kPa		C	
2800 – 4100	III, IV	C	
Cased 2800 – 4100 Kpa		C	Diragukan/Bahaya
4100 – 6200	I, II	C	Diragukan/Bahaya
Cased di atas 4100 kPa		D	Tidak terpakai tanpa pengujian
Tegangan tarik di atas 6200 kPa		D	,,

Klasifikasi A, B, C, D, adalah penamaan untuk pengamatan jenis cord.

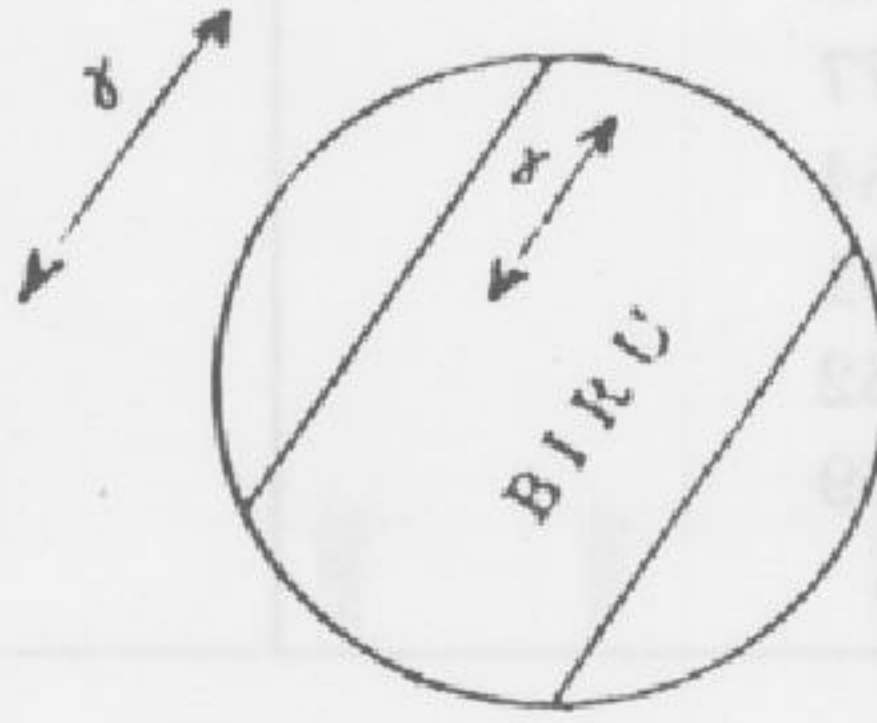
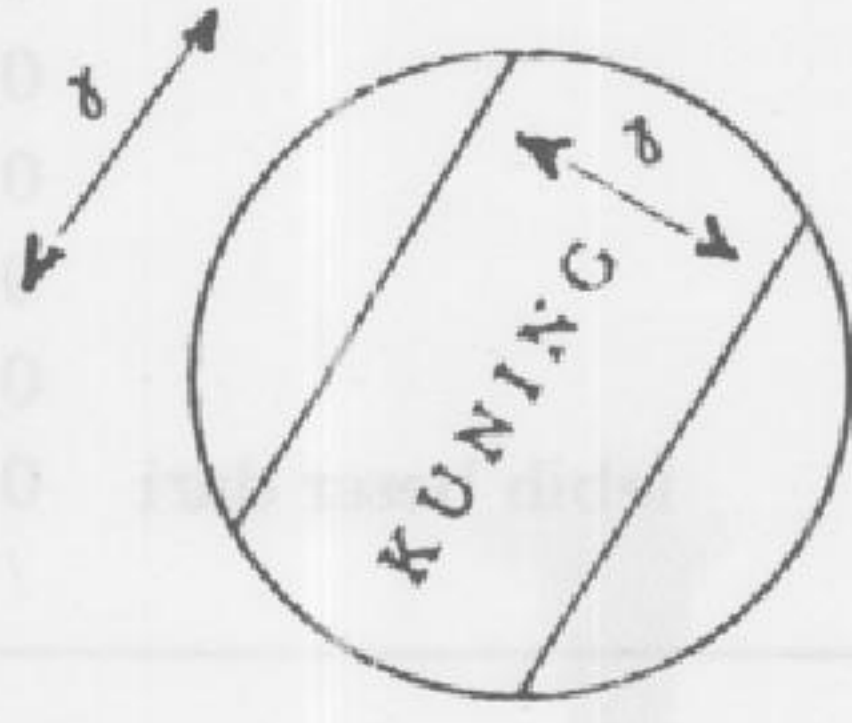
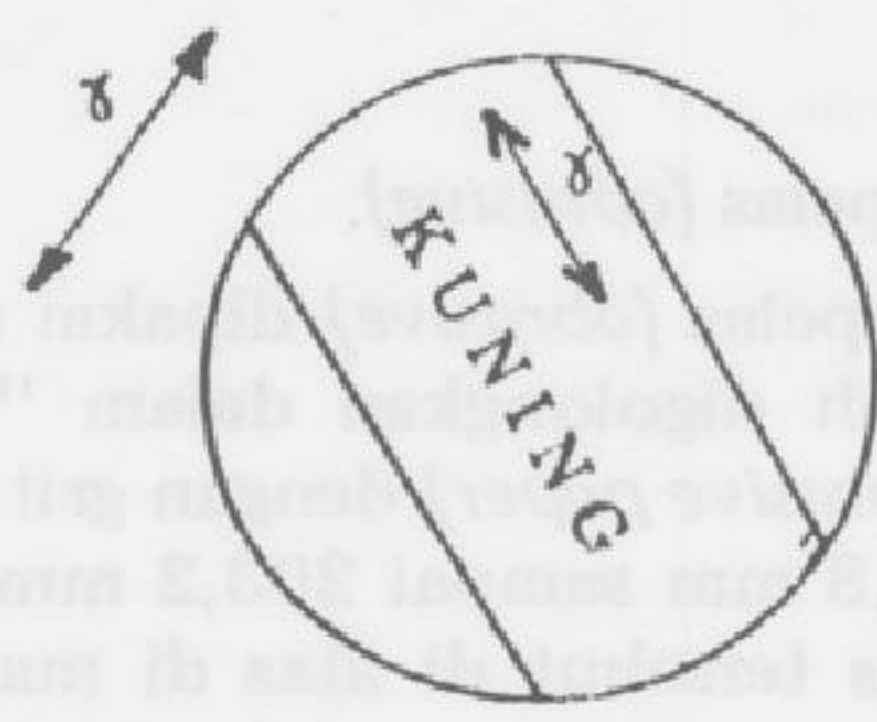
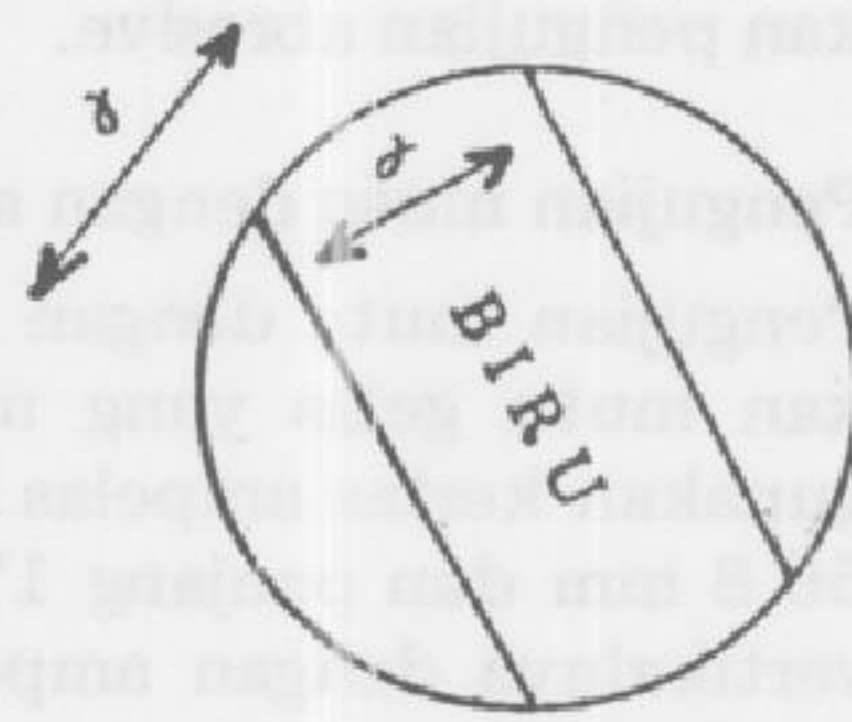
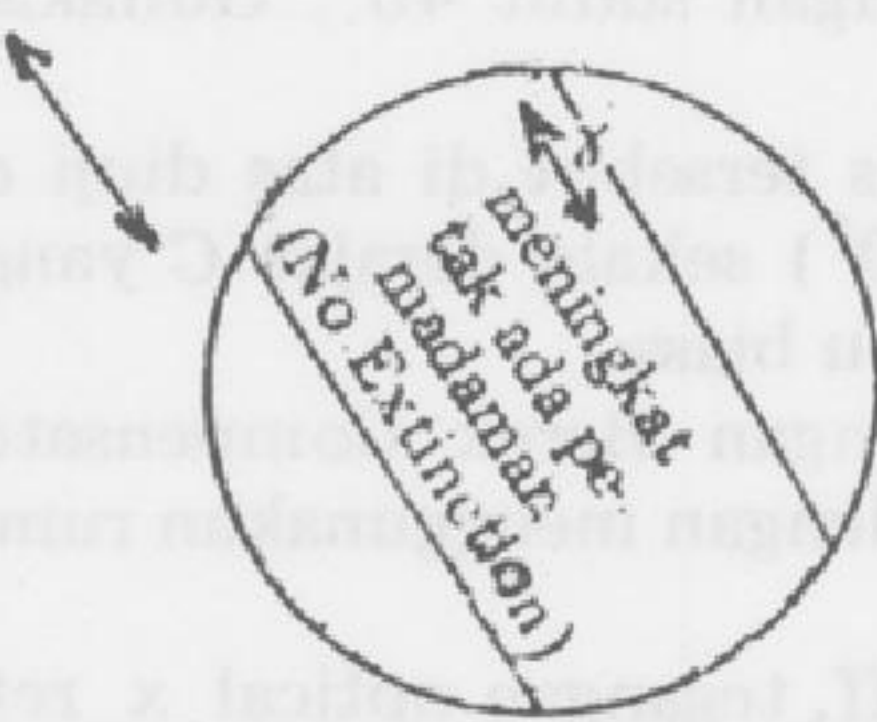
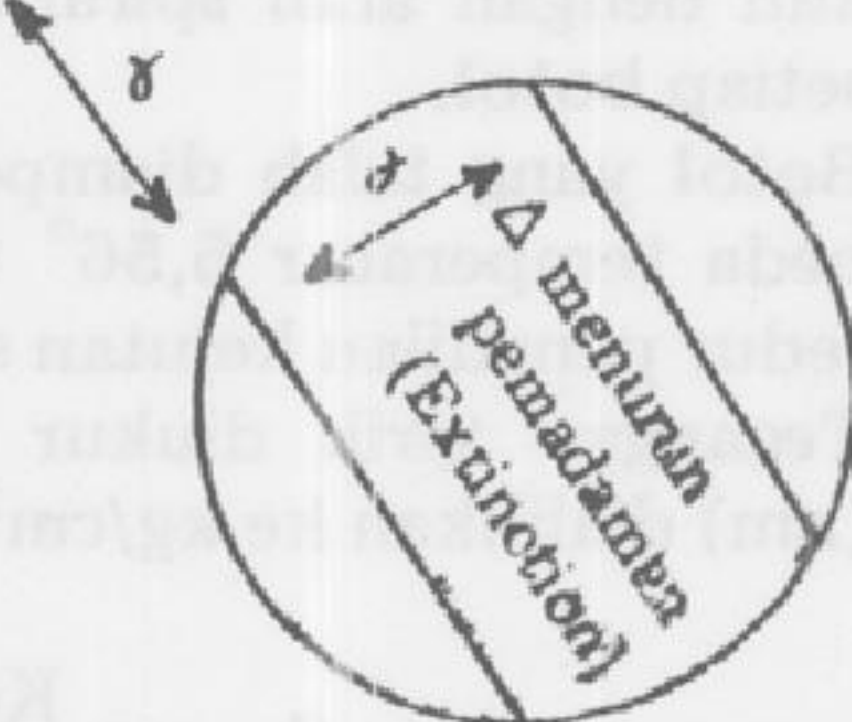
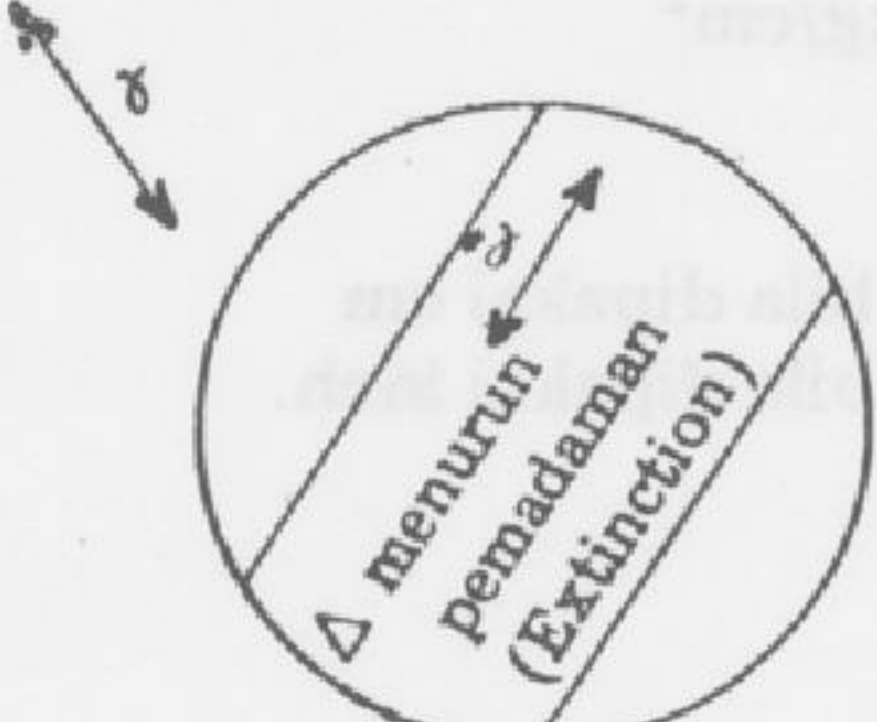
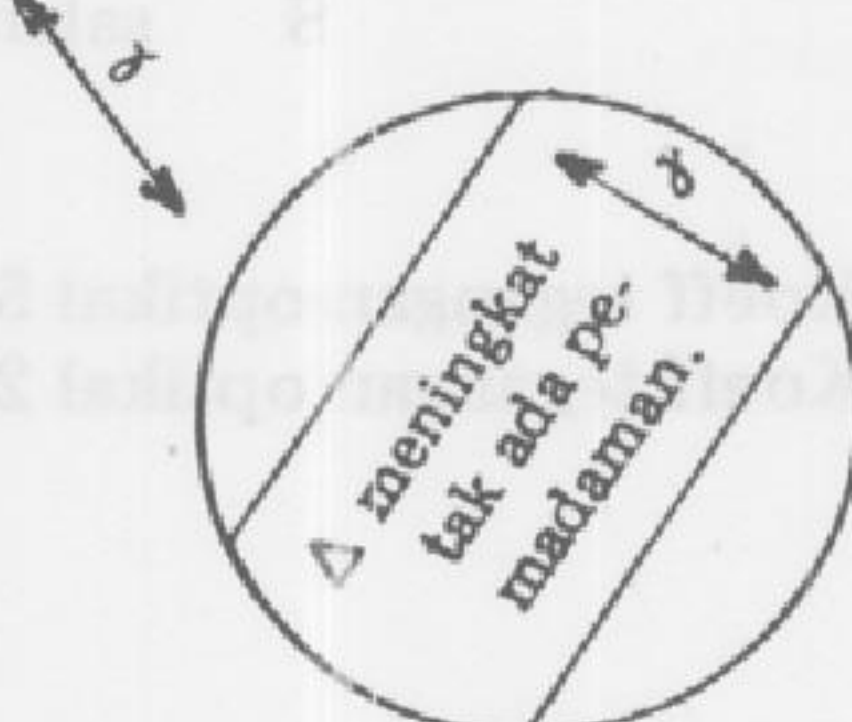
Jenis cord	Penggolongan
Tegangan tarik, isolated, hampir tajam	1
Tegangan tekan	2
Tegangan tekan dan tarik	3
Tegangan tarik dalam jalur-jalur	4
Tegangan tarik terpencar *(diffused)*	5

Sebagai tambahan keterangan, ketebalan jalur (pita) dari pada cord dicatat, apabila menghadapi tegangan cord yang mencapai permukaan *(casing cord)*.

Tebal yang diukur		Uraian
Kurang dari	0,026 mm	sangat tipis sekali
	0,038	tipis
	0,077	agak tipis
	0,154	sedang
	0,231	agak tebal
	0,462	tebal
lebih besar dari	0,769	sangat tebal.

Cord yang diukur sebagai tegangan tarik melebihi 4100 kPa atau 2100 kPa bila cased harus disebutkan mutunya dan spesifikasi dari bagian yang melakukan pengujian abrasive.

Pengujian mutu dengan ampelas *(abrasive)*.

Pengujian mutu dengan ampelas *(abrasive)* dipakai sebagai alat untuk menentukan mutu gelas yang masih digolongkan dalam "meragukan". Dengan menggunakan kertas ampelas *(abrasive paper)* dengan grit # 150 dengan ukuran lebar 50,8 mm dan panjang 177,8 mm sampai 203,2 mm. Gosoklah botol dalam arah vertikalnya dengan ampelas tersebut di atas di mana arah panjang ampelas dilingkarkan melingkari botol dan dipasang oleh satu tangan.
Tempatkan ampelas pada posisi yang sama seperti pada arah vertikal dan gerakkan dengan arah spiral dengan sudut 45°. Gunakan ampelas yang baru untuk setiap botol.
Botol yang telah diampelas tersebut di atas diuji dengan kejutan suhu dengan beda temperatur 5,56° (10°) sekala derajat C yang lebih rendah daripada prosedur pengujian kejutan suhu biasa.
Tegangan tarik diukur dengan Berek Compensator dan tegangan dalam m (nm) dialihkan ke kg/cm² dengan menggunakan rumus di bawah ini.

$$S = \frac{\text{Koeff, tegangan optical x retarder}}{\text{tebal}}$$

S salam kg/cm²

Koeff tegangan optikal 5,5 bila dipakai cm
Koeff tegangan optikal 2,2 bila dipakai inch.

ANALISA TEGANGAN

	Tegangan Tarik	Tegangan Tekan
KEPING GIPS	γ; BIRU	γ; KUNING
KEPING GIPS	γ; KUNING	γ; BIRU
KOMPENSATOR BEREK	meningkat tak ada pe madaman (No Extinction)	Δ menurun pemadaman (Extinction); Ukuran Retardasi
KOMPENSATOR BEREK	Δ menurun pemadaman (Extinction); Ukur Retardasi	Δ meningkat tak ada pe. madaman.

Gambar 2

Keterangan :

Δ — Retardasi

γ — Arah getaran sinar lambar.